



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑳ Aktenzeichen: 198 37 153.5  
㉔ Anmeldetag: 17. 8. 1998  
㉕ Offenlegungstag: 2. 3. 2000

㉑ Anmelder:  
Micronas Intermetall GmbH, 79108 Freiburg, DE  
㉒ Erfinder:  
Greitschus, Norbert, Dr.-Ing., 79108 Freiburg, DE

㉓ Entgegenhaltungen:

DE 91 17 264 U1  
EP 04 98 553 A2

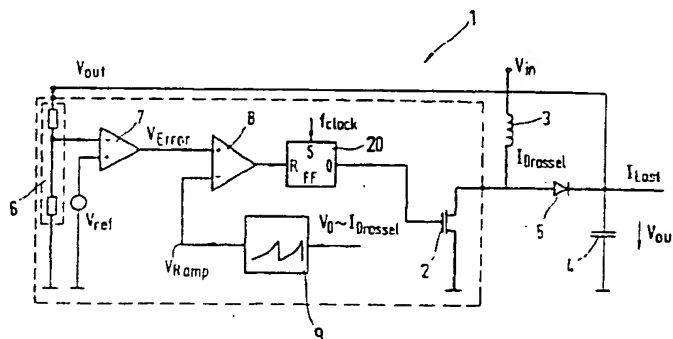
R.Zane u.a., Nonlinear-Carrier Control..., In: IEEE Transaktion on Power Electronics, Vol.13, Nr.2, März 1998, S.213-221;  
JP 5-76169 (A) In: Patents Abstracts of Japan, Sect.E., 1993, Vol.17, No.411 (E1406);  
Luigi Calderone u.a., Optimal Feed-Forward Compensation..., In: IEEE Transaktion on Power Electronics, Vol.7, Nr.2, April 1992, S.349-355, insbes. Fig.5;  
Fakrahden A. Huliehel u. a., Modeling, Analysis.. In: IEEE Transaktion on Power Electronics, Vol.10, Nr.5, Sept.1995, S.597-604, insbes. Fig. 1,2;  
Wei Tang u.a., Charge Control..., In: IEEE Transaktion on Power Electronics, Vol.8, Nr.4, Oktober 1993, S.396-403;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Pulsweitenmodulierter Gleichspannungswandler

㉕ Die Erfindung betrifft einen pulsweitenmodulierten Gleichspannungswandler mit einem Fehlerverstärker 7, auf dessen Eingang die Ausgangsspannung des Gleichspannungswandlers 1 rückgekoppelt wird, der einen Komparator 8 zum Vergleich der Ausgangsspannung des Fehlerverstärkers 7 und der Ausgangsspannung eines kompensierten Rampengenerators 9 aufweist und dessen Ausgang mit dem Schalttransistor 2 verbunden ist. Der kompensierte Rampengenerator 9 ist so ausgebildet, daß das dem Drosselstrom  $I_{Drossel}$  der Drosselinduktivität 3 proportionale Signal der rampenförmigen Spannung so überlagert wird, daß eine Ausgangsspannung erzeugt wird, die einen sägezahnförmigen Kurvenverlauf mit einem konkaven Spannungsanstieg aufweist.



Die Erfindung betrifft einen pulsweitenmodulierten Gleichspannungswandler mit einer Reihenschaltung aus einem Schalttransistor und einer Drosselinduktivität, wobei parallel zu dem Schalttransistor eine Glättungskapazität und ein Schaltelement in Reihe geschaltet sind, so daß eine an der Reihenschaltung aus dem Schalttransistor und der Drosselinduktivität liegende Eingangsspannung in eine größere, an der Glättungskapazität abgreifbare Ausgangsspannung umgewandelt wird, mit einem Fehlerverstärker, dessen erster Eingang mit einem Spannungsteiler, dem die Ausgangsspannung zuführbar ist, und dessen zweiter Eingang mit einer Referenzspannungsquelle verbunden ist, und mit einem Komparator, dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Fehlerverstärkers, dessen zweiter Eingang mit einem mittels eines zu dem Drosselstrom der Drosselinduktivität proportionalen Signal kompensierten Rampengenerator und dessen Ausgang mit der Gate-Elektrode des Schalttransistors verbunden ist.

Ein solcher Gleichspannungswandler ist aus MAXIM Datenblatt: MAX 731/MAX 752, 19-4672; REV 2; 2/93 bekannt. Um eine konstante Ausgangsspannung zu erzeugen, wird die Ausgangsspannung über den Spannungsteiler rückgeführt, über den Fehlerverstärker und den Komparator mit der Rampenspannung des Rampengenerators verglichen und auf den Schalttransistor geführt, um dort das Tastverhältnis für die konstante Ausgangsspannung einzustellen. Zwischen den Komparator und den Schalttransistor ist ein Flipflop geschaltet, dem die Taktfrequenz einer Zeitsteuerschaltung (clock) zum genauen, getakteten Aktivieren des Schalttransistors zugeführt wird.

Die Stabilitätsgrenze des rückgekoppelten Gleichspannungswandlers ist eine Funktion des Drosselstromes durch die Drosselinduktivität und der Inversen der Eingangsspannung. Der Drosselstrom ist eine Funktion des Laststromes und der Eingangsspannung. Der Betrag der Schleifenverstärkung wird durch den Drosselstrom und die Inverse der Eingangsspannung beeinflusst. Mit steigendem Drosselstrom steigt der Betrag der Schleifenverstärkung, wohingegen die Polstellen des Systems, d. h. die Phasendrehungen der Schleifenverstärkung, unverändert bleiben. Dies führt zu einer Verringerung der Phasenreserve und damit zu einer Instabilität des Systems.

Zur Kompensation dieses Effektes sind Kapazitäten parallel zu dem Spannungsteiler geschaltet, welche den Frequenzgang so beeinflussen, daß für einen bestimmten Bereich von Lastströmen und von der Eingangsspannung eine ausreichende Stabilität erzielt wird. Da die Polstellen, die durch die Glättungskapazität und die Drosselinduktivität bestimmt werden, bei sehr niedrigen Frequenzen liegen, sind als Kompensationskapazitäten sehr große Kapazitäten erforderlich. Diese sind bei einer monolithisch integrierten Schaltung nicht in das System integrierbar.

Eine weitere Maßnahme zur Stabilisierung des Gleichspannungswandlers besteht darin, daß zu der Rampenspannung des Rampengenerators mittels eines Addierverstärkers eine Spannung addiert wird, die proportional zum Drosselstrom ist. Es wird dabei eine Spannung verwendet, die proportional zum Strom durch den Schalttransistor ist. Bei hohen Drosselströmen schaltet dadurch der Komparator früher, so daß die Einschaltzeit des Schalttransistors und der Betrag der Schleifenverstärkung verringert werden. Diese Kompensation hat den Nachteil, daß ein zusätzlicher, genauer Addierverstärker zur Kompensation des Rampengenerators benötigt wird. Zudem ist nachteilig, daß der Betrag der Schleifenverstärkung bei hohem Drosselstrom bereits zu Beginn des Einschaltzyklusses verringert wird. Dadurch

wird die Verstärkung auch bei hohen Eingangsspannungen verringert, was sich nachteilig auf die Genauigkeit der Ausgangsspannung auswirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten pulsweitenmodulierten Gleichspannungswandler zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen gattungsgemäßen Gleichspannungswandler gelöst, bei dem der kompensierte Rampengenerator so ausgebildet ist, daß das dem Drosselstrom der Drosselinduktivität proportionale Signal der rampenförmigen Spannung derart überlagerbar ist, daß eine Ausgangsspannung erzeugt wird, die einen sägezahnförmigen Kurvenverlauf mit einem konkaven Spannungsanstieg aufweist.

Durch den konkaven Spannungsanstieg der von dem kompensierten Rampengenerator erzeugten Rampenspannung erhält die Rampenspannung eine größere Slew Rate (Spannungsanstiegsgeschwindigkeit). Dadurch wird der Betrag der Verstärkung des rückgekoppelten Gleichspannungswandlers erst bei großen Drosselströmen und niedrigen Eingangsspannungen verringert. Folglich kann der Frequenzgang des Gleichspannungswandlers unabhängig von den Betriebsbedingungen, insbesondere unabhängig von der Eingangsspannung und dem Laststrom, konstant gehalten werden. Es wird ein geringerer Betrag der Schleifenverstärkung bei hohen Eingangsspannungen und damit ein Verlust an der Genauigkeit der Ausgangsspannung des Gleichspannungswandlers verhindert.

Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

Gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Rampengenerator so ausgebildet, daß die Summe aus einem Korrekturstrom, welcher proportional zu dem Drosselstrom ist, und einem konstanten Referenzstrom in dem Rampengenerator integrierbar ist, so daß die Ausgangsspannung des Rampengenerators einen quadratischen Spannungsanstieg aufweist. Hierdurch wird ein von den Betriebsbedingungen unabhängiger Frequenzgang des Gleichspannungswandlers auf einfache Weise erreicht. Es muß keine aufwendige Vorrichtung mit großer Fläche, wie beispielsweise ein genauer Addierverstärker, verwendet werden.

Gemäß einer günstigen Ausbildung der Erfindung erfolgt die Integration der Summe aus dem Korrekturstrom und dem konstanten Referenzstrom dadurch, daß der Korrekturstrom und der konstante Referenzstrom einem Kondensator zuführbar sind, welcher über ein parallelgeschaltetes Schaltelement mit der Frequenz des der Gate-Elektrode des Schalttransistors zugeführten Signals entladbar ist. Hierdurch wird auf einfache Weise ein quadratischer Spannungsanstieg der Rampenspannung erzeugt.

Vorteilhafterweise kann zur Erzeugung des Korrekturstromes ein erster Verstärker vorgesehen sein, dessen Eingang eine dem Drosselstrom proportionale Spannung zuführbar ist, und dessen Ausgang über einen Widerstand mit einem ersten Knotenpunkt von konstantem Potential verbunden ist, welchem der Korrekturstrom zuführbar ist. Als Verstärker kann ein Buffer, dessen Verstärkung gleich eins ist, verwendet werden. Dieser kann durch einen rückgekoppelten Operationsverstärker realisiert werden. Der Operationsverstärker kann so ausgebildet sein, daß seine Ausgangsstufe eine erste Referenzstromquelle, die mit einem ersten Transistor in Source-Schaltung in Reihe geschaltet ist, umfaßt.

Zur Erzeugung des konstanten Knotenpotentials in dem ersten Knotenpunkt kann ein zweiter Operationsverstärker vorgesehen sein. Der erste Eingang des zweiten Operationsverstärkers ist mit einer ersten konstanten Referenzspan-

nungsquelle, der zweite Eingang des Operationsverstärkers ist mit dem ersten Knotenpunkt verbunden. Der erste Knotenpunkt stellt das konstante Knotenpotential niederohmig bereit und ist mit dem Ausgang des zweiten Operationsverstärkers verbunden. Der zweite Operationsverstärker kann so ausgebildet sein, daß seine Ausgangsstufe eine zweite Referenzstromquelle, die mit einem zweiten Transistor in Source-Schaltung in Reihe geschaltet ist, umfaßt. In den Knotenpunkt kann somit die Summe aus dem Korrekturstrom und dem konstanten Referenzstrom fließen.

Gemäß einer günstigen Weiterbildung der Erfindung kann ein Stromspiegel vorgesehen sein, der die am Knotenpunkt erzeugte Summe aus dem Korrekturstrom und dem konstanten Referenzstrom auf den Kondensator abbildet. Der Stromspiegel kann aus dem ersten oder dem zweiten Operationsverstärker und einem dritten Transistor in Source-Schaltung gebildet werden. Die Gate-Elektrode des dritten Transistors ist mit der Gate-Elektrode des ersten Transistors und die Drain-Elektrode des dritten Transistors mit dem Kondensator verbunden. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Gate-Elektrode des dritten Transistors mit der Gate-Elektrode des zweiten Transistors und die Drain-Elektrode des dritten Transistors über einen zweiten Stromspiegel mit dem Kondensator verbunden.

Der erste Transistor und der zweite Transistor können ein festes Verhältnis hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften zueinander haben. Bei MOS-FET-Transistoren wird dies durch ein festes Verhältnis der W/L (Längen/Breiten)-Verhältnisse der Transistoren erreicht. Mit der ersten und der zweiten Referenzstromquelle können Ströme, die ein festes Verhältnis zueinander haben, erzeugbar sein. Wenn die Referenzstromquellen gleiche Ströme erzeugen und der erste und der zweite Transistor gleiche elektrische Eigenschaften haben, liegen in der Schaltung gleiche Verhältnisse vor, so daß eine gute Anpassung, d. h. ein gutes Matching, der einzelnen Schaltungselemente vorliegt, wodurch elektrische Einflüsse, Einflüsse aufgrund von Temperatur oder Maskenausrichtfehlern vermieden werden.

Das dem Drosselstrom proportionale Signal kann aus dem Spannungsabfall an dem Schalttransistor bestimmt werden. Dies ist möglich, da der Schalttransistor im Triodenbereich betrieben wird, so daß er ein Widerstandsverhalten aufweist. Verfahren zum Bestimmen des Drosselstromes sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus der P 198 12 299.3 bekannt. Vorteilhafterweise ist die Anordnung monolithisch integriert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Anordnung eines erfindungsgemäßen pulswidenmodulierten Gleichspannungswandlers.

Fig. 2 eine prinzipielle Anordnung eines erfindungsgemäßen kompensierten Rampengenerators.

Fig. 3a, Fig. 3b den Verlauf von dem Drosselstrom und der Rampenspannung in Abhängigkeit der Zeit für den Rampengenerator aus Fig. 2,

Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel eines kompensierten Rampengenerators und

Fig. 5 ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel eines kompensierten Rampengenerators.

In Fig. 1 ist eine prinzipielle Anordnung eines erfindungsgemäßen pulswidenmodulierten Gleichspannungswandlers 1 dargestellt. Der Gleichspannungswandler 1 umfaßt eine Reihenschaltung aus einem Schalttransistor 2 und einer Drosselinduktivität 3. Parallel zu dem Schalttransistor 2 sind eine Glättungskapazität 4 und ein Schaltelement in Reihe geschaltet. Mit dem Gleichspannungswandler 1 wird eine an der Reihenschaltung aus dem Schalttransistor 2 und

der Drosselinduktivität 3 liegende Eingangsspannung  $V_{in}$  in eine größere, an der Glättungskapazität 4 abgreifbare Ausgangsspannung  $V_{out}$  umgewandelt. Die Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird dem Gleichspannungswandler 1 über einen Spannungsteiler 6, der zwei Widerstände umfaßt, rückgeführt. Es ist ein Fehlerverstärker 7 vorgesehen, dessen erster Eingang mit dem Spannungsteiler 6 und dessen zweiter Eingang mit einer Referenzspannungsquelle  $V_{ref}$  verbunden ist. Es ist ein Komparator 8 vorgesehen, dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Fehlerverstärkers 7, dessen zweiter Eingang mit einem mittels eines zu dem Drosselstrom  $I_{Drossel}$  der Drosselinduktivität 3 proportionalen Signal kompensierten Rampengenerators 9 und dessen Ausgang mit der Gate-Elektrode des Schalttransistors 2 verbunden ist. Der kompensierte Rampengenerator 9 ist so ausgebildet, daß er eine Ausgangsspannung erzeugt, die einen sägezahnförmigen Kurvenverlauf mit einem konkaven Spannungsanstieg aufweist. Dieser Spannungsverlauf wird durch die Überlagerung des dem Drosselstrom der Drosselinduktivität 3 proportionalen Signals mit der rampenförmigen Spannung des Rampengenerators 9 erzeugt.

Der Ausgang des Komparators 8 ist über ein Flip-Flop-Element 20 mit dem Gate des Schalttransistors 2 verbunden. Das Flip-Flop-Element 20 wird mittels einer Zeitsteuerschaltung mit einem Signal der Frequenz  $f_{clock}$  angesteuert. Es handelt sich dabei um ein RS (Rücksetz/Setz) Flip-Flop mit einem Rücksetzeingang R, einem Setzeingang S und einem aktiven Ausgang Q, der mit dem Gate des Schalttransistors 2 verbunden ist. Die Frequenz  $f_{clock}$  des Signals der Zeitsteuerschaltung ist auf die Frequenz des Signals des Rampengenerators 9 abgestimmt. Durch das Ausgangssignal des Komparators 8 wird die Frequenz zum Schalten des Schalttransistors 2 festgelegt.

Aufgrund der Rückkopplung des pulswidenmodulierten Gleichspannungswandlers wird das Tastverhältnis des Schalttransistors durch die Ausgangsspannung verändert, wodurch die Ausgangsspannung  $V_{out}$  geregelt wird. Bei einer zu hohen Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird die Ausgangsspannung  $V_{error}$  des Fehlerverstärkers erniedrigt. Dadurch wird die Schaltzeit  $T_E$  des Schalttransistors und damit die Ausgangsspannung  $V_{out}$  des Gleichspannungswandlers erniedrigt.

In Fig. 2 ist die prinzipielle Funktionsweise des kompensierten Rampengenerators 9 gezeigt. Es ist ein Kondensator 10 vorgesehen, dem die Summe aus dem Korrekturstrom  $I_{corr}$  und dem konstanten Referenzstrom  $I_{ref}$  zugeführt wird. Parallel zu dem Kondensator 10 wird ein Schaltelement 11 geschaltet, dem ein Signal zugeführt wird, welches das Schaltelement 11 mit der Frequenz des der Gate-Elektrode des Schalttransistors 2 zugeführten Signals entladbar ist.

In Fig. 3a ist der Verlauf des Drosselstromes  $I_{Drossel}$ , zu welchem der Korrekturstrom  $I_{corr}$  proportional ist, in Abhängigkeit der Zeit dargestellt. Dabei ist mit 1 der Stromverlauf für einen niedrigen Drosselstrom und mit 2 der Stromverlauf für einen hohen Drosselstrom gekennzeichnet. In Fig. 3b ist die Ausgangsspannung des Rampengenerators  $V_{Ramp}$  für die beiden Stromverläufe 1 und 2 aus Fig. 3a gezeigt. Der Spannungsverlauf ist parabelförmig, so daß der Nullpunkt der Ausgangsspannung des Rampengenerators  $V_{Ramp}$  erhalten bleibt. Es ist ferner die Ausgangsspannung  $V_{Error}$  des Fehlerverstärkers in Abhängigkeit der Zeit dargestellt. Mit dem Komparator 8 wird jeweils der Schnittpunkt von  $V_{Error}$  mit  $V_{Ramp}$  ermittelt. Durch diese Schnittpunkte wird die Taktfrequenz, mit der der Schalttransistor 2 angesteuert wird, ermittelt. Ein höherer Drosselstrom führt zu einer niedrigeren Einschaltzeit  $T_E$ . Gegenüber einem nichtkompensierten Rampengenerator, dessen Ausgangsspannung  $V_{Ramp}$  linear verläuft, ist die Einschaltzeit  $T_E$  des erfin-

dungsgemäß kompensierten Rampengenerators für alle, also auch für niedrigere Drosselströme, kleiner als die Einschaltzeit  $T_E$  des nichtkompensierten Rampengenerators. Man entnimmt der Fig. 3b ebenfalls, daß die Slew-Rate (Spannungsanstiegsgeschwindigkeit) der Ausgangsspannung des kompensierten Rampengenerators 9 bei großen Drosselströmen (2) größer wird. Der Drosselstrom nimmt sowohl bei einer Vergrößerung des Ausgangsstromes als auch bei einem konstanten Ausgangsstrom und einer Verringerung der Eingangsspannung zu. Folglich wird der Betrag der Schleifenverstärkung des rückgekoppelten Gleichspannungswandlers 1 erst bei großen Drosselströmen und niedrigeren Eingangsspannungen verringert. Dadurch kann der Frequenzgang des Gesamtsystems unabhängig von der Eingangsspannung und dem Laststrom über einen sehr großen Bereich konstant gehalten werden. Es wird somit ein geringerer Betrag der Schleifenverstärkung bei hohen Eingangsspannungen und damit ein Verlust an der Genauigkeit des Gleichspannungswandlers vermieden.

In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel des kompensierten Rampengenerators 9 dargestellt. Der Korrekturstrom  $I_{\text{corr}}$  wird in einem ersten Knotenpunkt K1 von konstantem Potential erzeugt. Dazu ist ein erster Verstärker 12 vorgesehen, dessen Eingang eine dem Drosselstrom  $I_{\text{Drossel}}$  proportionale Spannung  $V_D$  zugeführt wird. Der Ausgang des ersten Verstärkers 12 wird über einen Widerstand 13 mit dem ersten Knotenpunkt K1 verbunden. Der erste Verstärker 12 ist ein rückgekoppelter Operationsverstärker und kann eine Verstärkung, die gleich 1 ist, aufweisen. Ferner sind eine erste Referenzstromquelle 14 und ein mit dieser in Reihe geschalteter erster Transistor 15 in Source-Schaltung vorgesehen, welche eine Ausgangsstufe des Verstärkers 12 bilden. Mit dem Knotenpunkt K1 ist der Ausgang eines zweiten Operationsverstärkers 17 verbunden. Der eine Eingang des zweiten Operationsverstärkers 17 ist mit einer zweiten Referenzspannungsquelle  $V_{\text{ref1}}$ , und der andere Eingang des zweiten Operationsverstärkers 17 ist mit dem Knotenpunkt K1 verbunden. Die Ausgangsstufe des zweiten Operationsverstärkers 17 wird durch die Reihenschaltung aus dem zweiten Transistor 18 und einer zweiten Referenzstromquelle 16 gebildet. An dem Knotenpunkt K1 wird die Summe aus dem Korrekturstrom  $I_{\text{corr}}$  und dem konstanten Referenzstrom  $I_{\text{ref}}$  gebildet.

Ein dritter Transistor 19 bildet mit dem ersten Operationsverstärker 12 und dessen Ausgangsstufe, die aus der ersten Referenzstromquelle 14 und dem ersten Transistor 15 besteht, einen Stromspiegel. Die Gate-Elektrode des dritten Transistors 19 ist mit der Gate-Elektrode des ersten Transistors 15 verbunden, die Drain-Elektrode des dritten Transistors 19 mit dem Kondensator 10. Der erste Transistor 15 und der zweite Transistor 18 haben hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften ein festes Verhältnis zueinander. Ebenso werden mit der ersten und mit der zweiten Referenzstromquelle 14, 16 Ströme erzeugt, die ein festes Verhältnis zueinander haben. Der erste Transistor 15 und der zweite Transistor 18 können auch gleiche elektrische Eigenschaften haben und die erste und die zweite Referenzstromquelle 14, 16 können gleiche Ströme erzeugen. In diesem Fall wird eine besonders gute Anpassung des Gesamtsystems erreicht. Es werden Fehler aufgrund von unterschiedlichen Anpassungen vermieden. Die gesamte Anordnung kann monolithisch integriert sein. Das dem Drosselstrom  $I_{\text{Drossel}}$  proportionale Signal kann aus dem Spannungsabfall an dem Schalttransistor 2 bestimmt werden.

In der Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel des kompensierten Rampengenerators gezeigt, bei dem die mit gleichen Bezugszeichen bezeichnenden Elemente denen aus der Fig. 4 entsprechen. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel

der Fig. 4 ist die Gate-Elektrode des dritten Transistors 19 mit der Gate-Elektrode des zweiten Transistors 18 verbunden. Die Drain-Elektrode des dritten Transistors 19 ist über einen zweiten Stromspiegel 21 mit dem Kondensator 10 verbunden. In diesem Ausführungsbeispiel werden n-Kanal-MOS-Transistoren verwendet, wohingegen in dem in der Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel p-Kanal-MOS-Transistoren verwendet werden. Der zweite Stromspiegel 21 bewirkt eine Umkehrung der Potentialverhältnisse. Entsprechend sind in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 im Vergleich zu dem der Fig. 4 die Anschlüsse der Schaltungselemente an die Referenzspannung  $V_{\text{ref}}$  und an die Eingangsspannung  $V_D$  vertauscht, so daß die Schaltung in den beiden Ausführungsbeispielen unter Berücksichtigung des zweiten Stromspiegels 21 in der Fig. 5 den gleichen Regelsinn erhalten.

#### Patentansprüche

1. Pulsweitenmodulierter Gleichspannungswandler mit einer Reihenschaltung aus einem Schalttransistor (2) und einer Drosselinduktivität (3), wobei parallel zu dem Schalttransistor (3) eine Glättungskapazität (4) und ein Schaltelement (5) in Reihe geschaltet sind, so daß eine an der Reihenschaltung aus dem Schalttransistor (2) und der Drosselinduktivität (3) liegende Eingangsspannung ( $V_{\text{in}}$ ) in eine größere, an der Glättungskapazität (4) abgreifbare Ausgangsspannung ( $V_{\text{out}}$ ) umgewandelt wird, mit einem Fehlerverstärker (7), dessen erster Eingang mit einem Spannungsteiler (6), dem die Ausgangsspannung zuführbar ist, und dessen zweiter Eingang mit einer Referenzspannungsquelle ( $V_{\text{ref}}$ ) verbunden ist, mit einem Komparator (8), dessen erster Eingang mit dem Ausgang des Fehlerverstärkers (7), dessen zweiter Eingang mit einem mittels eines zu dem Drosselstrom ( $I_{\text{Drossel}}$ ) der Drosselinduktivität proportionalen Signal kompensierten Rampengenerator (9) und dessen Ausgang mit der Gate-Elektrode des Schalttransistors (2) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der kompensierte Rampengenerator (9) so ausgebildet ist, daß das dem Drosselstrom ( $I_{\text{Drossel}}$ ) der Drosselinduktivität (3) proportionale Signal der rampenförmigen Spannung derart überlagerbar ist, daß eine Ausgangsspannung erzeugbar ist, die einen sägezahnförmigen Kurvenverlauf mit einem konkaven Spannungsanstieg aufweist.
2. Gleichspannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rampengenerator (9) so ausgebildet ist, daß die Summe aus einem Korrekturstrom ( $I_{\text{corr}}$ ), welcher proportional zu dem Drosselstrom ( $I_{\text{Drossel}}$ ) ist, und einem konstanten Referenzstrom ( $I_{\text{ref}}$ ) in dem Rampengenerator (9) integrierbar ist, so daß die Ausgangsspannung ( $V_{\text{Ramp}}$ ) des Rampengenerators (9) einen quadratischen Spannungsanstieg aufweist.
3. Gleichspannungswandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Integration der Summe aus dem Korrekturstrom ( $I_{\text{corr}}$ ) und dem konstanten Referenzstrom ( $I_{\text{ref}}$ ) dadurch erfolgt, daß der Korrekturstrom ( $I_{\text{corr}}$ ) und der konstante Referenzstrom ( $I_{\text{ref}}$ ) einem Kondensator (10) zuführbar sind, welcher über ein parallelgeschaltetes Schaltelement (11) mit der Frequenz des der Gateelektrode des Schalttransistors (2) zugeführten Signals entladbar ist.
4. Gleichspannungswandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des Korrekturstromes ( $I_{\text{corr}}$ ) ein erster Verstärker (12) vorgesehen ist, dessen Eingang eine dem

Drosselstrom ( $I_{Drossel}$ ) proportionale Spannung ( $V_D$ ) zuführbar ist, und dessen Ausgang über einen Widerstand (13) mit einem ersten Knotenpunkt (K1) von konstantem Potential verbunden ist, welchem der Korrekturstrom ( $I_{corr}$ ) zuführbar ist.

5. Gleichspannungswandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstärker (12) ein Buffer, dessen Verstärkung gleich eins ist, verwendet wird.
6. Gleichspannungswandler nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstärker (12) ein rückgekoppelter Operationsverstärker vorgesehen ist.
7. Gleichspannungswandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ausgangsstufe des Operationsverstärkers eine erste Referenzstromquelle (14), die mit einem ersten Transistor (15) in Source-Schaltung in Reihe geschaltet ist, umfaßt.
8. Gleichspannungswandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das konstante Knotenpotential in dem Knotenpunkt K1 durch einen zweiten Operationsverstärker (17) und eine Referenzspannungsquelle  $V_{ref1}$  erzeugt wird.
9. Gleichspannungswandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Operationsverstärker (17) eine Ausgangsstufe mit einer Reihenschaltung aus einer Stromquelle (16) und einem zweiten Transistor (18) in Source-Schaltung umfaßt.
10. Gleichspannungswandler nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Transistor (19) vorgesehen ist, dessen Gate-Elektrode mit der Gate-Elektrode des ersten Transistors (15) verbunden ist, wobei der erste Transistor (15) und der dritte Transistor (19) zusammen mit dem ersten Verstärker (12) einen Stromspiegel bilden, dessen Ausgang an den Kondensator (10) angeschlossen ist.
11. Gleichspannungswandler nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gate-Elektrode des dritten Transistors (19) mit der Gate-Elektrode des zweiten Transistors (18) verbunden ist, der zweite Transistor (18) und der dritte Transistor (19) zusammen mit dem zweiten Operationsverstärker (17) einen Stromspiegel bilden, dessen Ausgang über einen zweiten Stromspiegel (21) an den Kondensator (10) angeschlossen ist.
12. Gleichspannungswandler nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Transistor (15) und der zweite Transistor (18) ein festes Verhältnis hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften zueinander haben.
13. Gleichspannungswandler nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß mit der ersten und der zweiten Referenzstromquelle (16, 14) Ströme, die ein festes Verhältnis zueinander haben, erzeugbar sind.
14. Gleichspannungswandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dem Drosselstrom ( $I_{Drossel}$ ) proportionale Signal  $V_D$  aus dem Spannungsabfall an dem Schalttransistor (2) bestimmt wird.
15. Gleichspannungswandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung monolithisch integriert ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

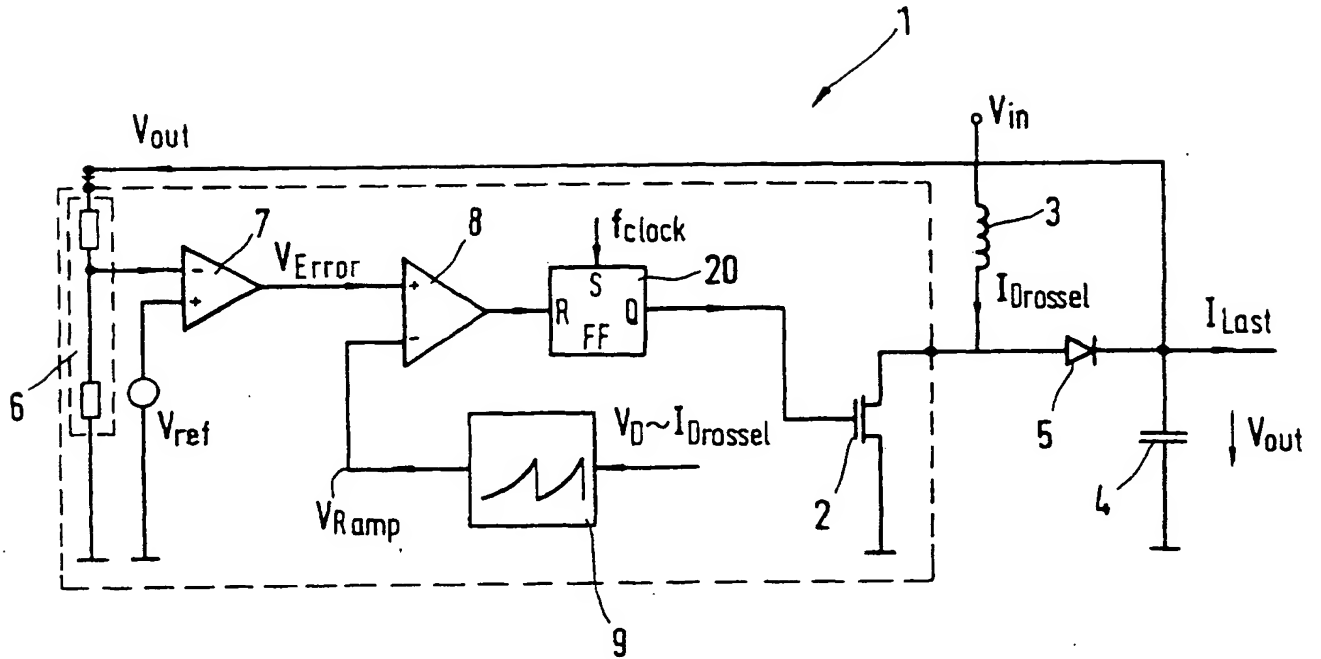


Fig.1

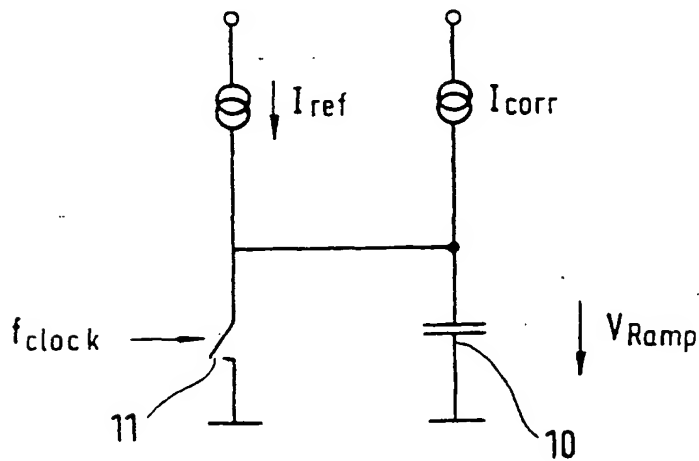


Fig.2

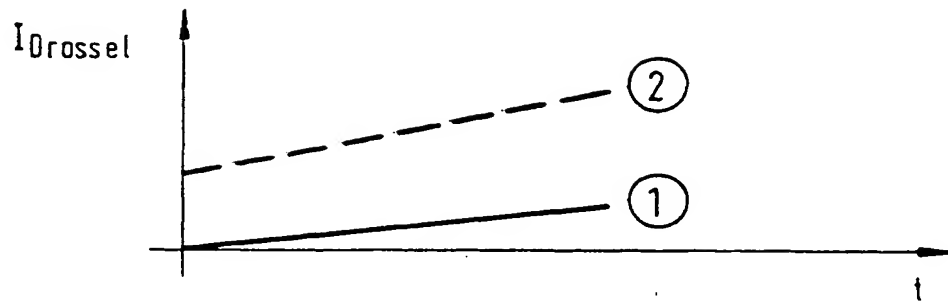


Fig.3a

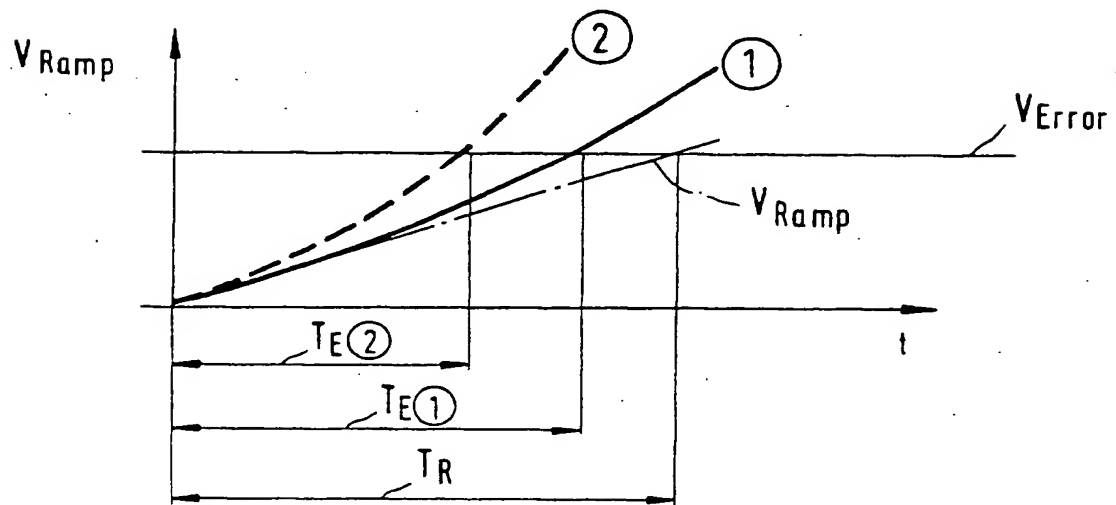


Fig.3b

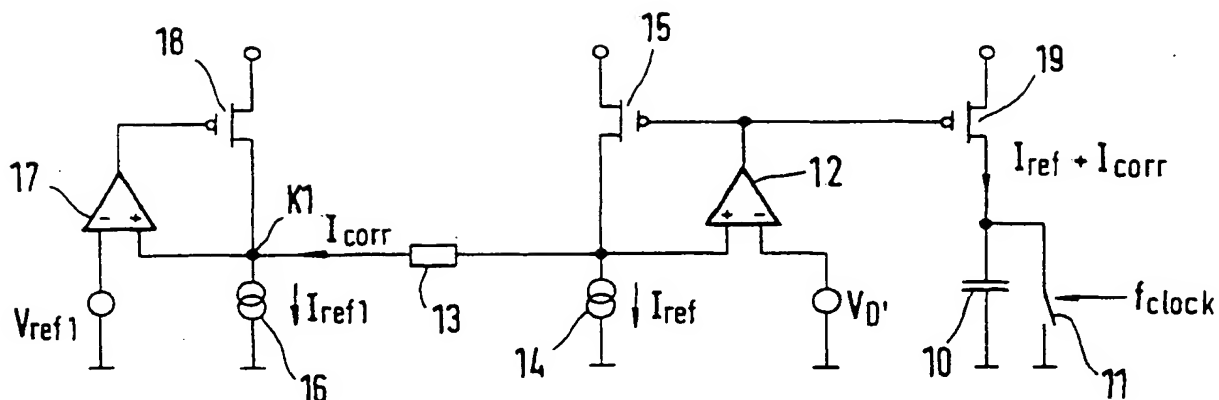


Fig. 4

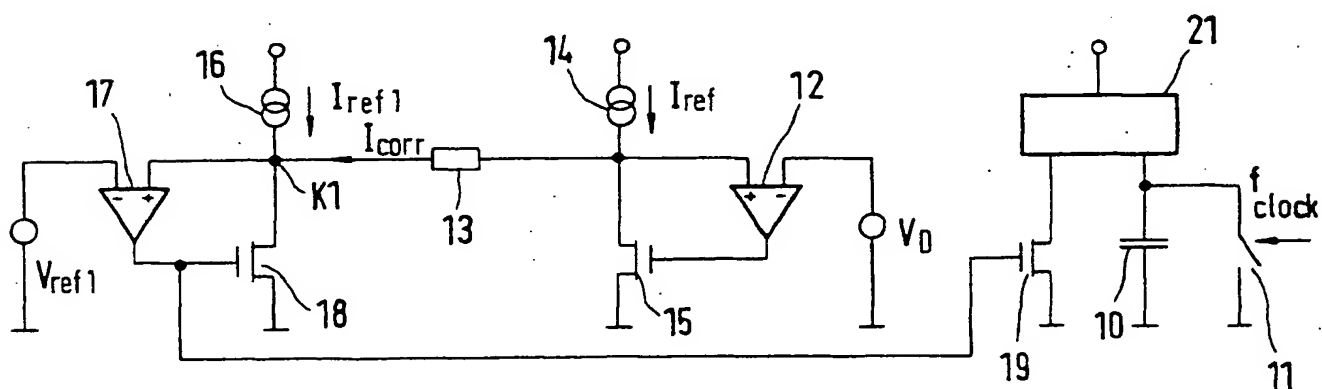


Fig. 5

DOCKET NO: \_\_\_\_\_

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: \_\_\_\_\_

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100



## Pulse-width-modulated DC-DC converter with a ramp generator

Patent Number: US6522115  
Publication date: 2003-02-18  
Inventor(s): GREITSCHUS NORBERT (DE)  
Applicant(s): MICRONAS GMBH (DE)  
Requested Patent: DE19837153  
Application Number: US19990370271 19990809  
Priority Number(s): DE19981037153 19980817  
IPC Classification: G05F1/40  
EC Classification: G05F1/613  
Equivalents: EP0982841, A3

## Abstract

A pulse-width-modulated DC-DC converter provides an output signal that is feedback to an error amplifier. The converter includes a comparator for comparing the output voltage of the error amplifier with the output voltage of a compensated ramp generator and having its output coupled to a switching transistor. The compensated ramp generator is designed so that the signal proportional to the current (IDrossel) through an inductor is superimposed on the ramp voltage so as to generate an output voltage having a sawtooth waveform with a concave rise

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

1. General Information  
 2. Background  
 3. Objectives  
 4. Methodology  
 5. Results  
 6. Conclusion  
 7. References  
 8. Appendix  
 9. Index  
 10. Summary  
 11. Abstract  
 12. Introduction  
 13. Discussion  
 14. Conclusion  
 15. References  
 16. Appendix  
 17. Index  
 18. Summary  
 19. Abstract  
 20. Introduction  
 21. Discussion  
 22. Conclusion  
 23. References  
 24. Appendix  
 25. Index  
 26. Summary  
 27. Abstract  
 28. Introduction  
 29. Discussion  
 30. Conclusion  
 31. References  
 32. Appendix  
 33. Index  
 34. Summary  
 35. Abstract  
 36. Introduction  
 37. Discussion  
 38. Conclusion  
 39. References  
 40. Appendix  
 41. Index  
 42. Summary  
 43. Abstract  
 44. Introduction  
 45. Discussion  
 46. Conclusion  
 47. References  
 48. Appendix  
 49. Index  
 50. Summary  
 51. Abstract  
 52. Introduction  
 53. Discussion  
 54. Conclusion  
 55. References  
 56. Appendix  
 57. Index  
 58. Summary  
 59. Abstract  
 60. Introduction  
 61. Discussion  
 62. Conclusion  
 63. References  
 64. Appendix  
 65. Index  
 66. Summary  
 67. Abstract  
 68. Introduction  
 69. Discussion  
 70. Conclusion  
 71. References  
 72. Appendix  
 73. Index  
 74. Summary  
 75. Abstract  
 76. Introduction  
 77. Discussion  
 78. Conclusion  
 79. References  
 80. Appendix  
 81. Index  
 82. Summary  
 83. Abstract  
 84. Introduction  
 85. Discussion  
 86. Conclusion  
 87. References  
 88. Appendix  
 89. Index  
 90. Summary  
 91. Abstract  
 92. Introduction  
 93. Discussion  
 94. Conclusion  
 95. References  
 96. Appendix  
 97. Index  
 98. Summary  
 99. Abstract  
 100. Introduction  
 101. Discussion  
 102. Conclusion  
 103. References  
 104. Appendix  
 105. Index  
 106. Summary  
 107. Abstract  
 108. Introduction  
 109. Discussion  
 110. Conclusion  
 111. References  
 112. Appendix  
 113. Index  
 114. Summary  
 115. Abstract  
 116. Introduction  
 117. Discussion  
 118. Conclusion  
 119. References  
 120. Appendix  
 121. Index  
 122. Summary  
 123. Abstract  
 124. Introduction  
 125. Discussion  
 126. Conclusion  
 127. References  
 128. Appendix  
 129. Index  
 130. Summary  
 131. Abstract  
 132. Introduction  
 133. Discussion  
 134. Conclusion  
 135. References  
 136. Appendix  
 137. Index  
 138. Summary  
 139. Abstract  
 140. Introduction  
 141. Discussion  
 142. Conclusion  
 143. References  
 144. Appendix  
 145. Index  
 146. Summary  
 147. Abstract  
 148. Introduction  
 149. Discussion  
 150. Conclusion  
 151. References  
 152. Appendix  
 153. Index  
 154. Summary  
 155. Abstract  
 156. Introduction  
 157. Discussion  
 158. Conclusion  
 159. References  
 160. Appendix  
 161. Index  
 162. Summary  
 163. Abstract  
 164. Introduction  
 165. Discussion  
 166. Conclusion  
 167. References  
 168. Appendix  
 169. Index  
 170. Summary  
 171. Abstract  
 172. Introduction  
 173. Discussion  
 174. Conclusion  
 175. References  
 176. Appendix  
 177. Index  
 178. Summary  
 179. Abstract  
 180. Introduction  
 181. Discussion  
 182. Conclusion  
 183. References  
 184. Appendix  
 185. Index  
 186. Summary  
 187. Abstract  
 188. Introduction  
 189. Discussion  
 190. Conclusion  
 191. References  
 192. Appendix  
 193. Index  
 194. Summary  
 195. Abstract  
 196. Introduction  
 197. Discussion  
 198. Conclusion  
 199. References  
 200. Appendix  
 201. Index  
 202. Summary  
 203. Abstract  
 204. Introduction  
 205. Discussion  
 206. Conclusion  
 207. References  
 208. Appendix  
 209. Index  
 210. Summary  
 211. Abstract  
 212. Introduction  
 213. Discussion  
 214. Conclusion  
 215. References  
 216. Appendix  
 217. Index  
 218. Summary  
 219. Abstract  
 220. Introduction  
 221. Discussion  
 222. Conclusion  
 223. References  
 224. Appendix  
 225. Index  
 226. Summary  
 227. Abstract  
 228. Introduction  
 229. Discussion  
 230. Conclusion  
 231. References  
 232. Appendix  
 233. Index  
 234. Summary  
 235. Abstract  
 236. Introduction  
 237. Discussion  
 238. Conclusion  
 239. References  
 240. Appendix  
 241. Index  
 242. Summary  
 243. Abstract  
 244. Introduction  
 245. Discussion  
 246. Conclusion  
 247. References  
 248. Appendix  
 249. Index  
 250. Summary  
 251. Abstract  
 252. Introduction  
 253. Discussion  
 254. Conclusion  
 255. References  
 256. Appendix  
 257. Index  
 258. Summary  
 259. Abstract  
 260. Introduction  
 261.

DOCKET NO: MMH-12870  
SERIAL NO: \_\_\_\_\_  
APPLICANT: Ordwin Haase  
LERNER AND GREENBERG P.A.  
P.O. BOX 2480  
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022  
TEL. (954) 925-1100